

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2002086738 A**

(43) Date of publication of application: **26.03.02**

(51) Int. Cl.

**B41J 2/16**

**B41J 2/045**

**B41J 2/055**

(21) Application number: **2000277612**

(22) Date of filing: **13.09.00**

(71) Applicant: **RICOH CO LTD**

(72) Inventor: **ITSUSHIKI KAIHEI**

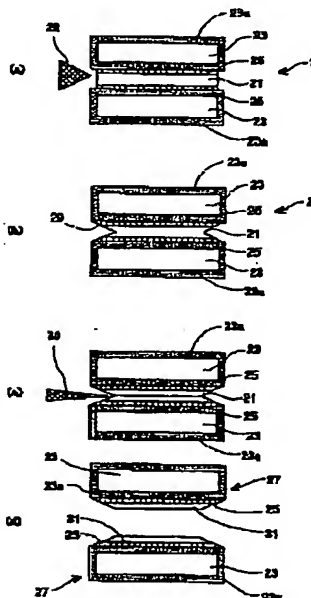
(54) METHOD OF MAKING LIQUID JET HEAD

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress the cost.

SOLUTION: A second substrate 23 having electrodes 15 at both faces thereof is laminated on a first substrate 21 on which an ejection chamber 6 and a diaphragm 10 are formed and then they are stuck with each other. After that, the first substrate 21 is cut along a face perpendicular to a laminating direction to be divided.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-86738

(P2002-86738A)

(43) 公開日 平成14年3月26日 (2002.3.26)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テームコード (参考)

B 4 1 J 2/16  
2/045  
2/055

B 4 1 J 3/04

1 0 3 H 2 C 0 5 7  
1 0 3 A

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2000-277612 (P2000-277612)

(22) 出願日 平成12年9月13日 (2000.9.13)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 一色 海平

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

(74) 代理人 230100631

弁護士 稲元 富保

Fターム (参考) 2C057 AF93 AG54 AP02 AP22 AP27

AP28 AP33 AP34 AP56 AP60

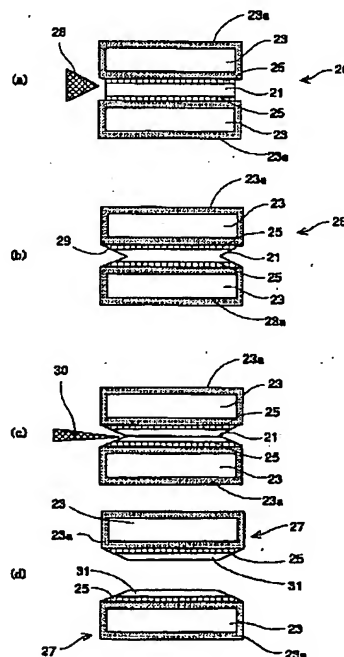
AQ01 AQ02 BA03 BA15

(54) 【発明の名称】 液滴吐出ヘッドの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 コストが高くなる。

【解決手段】 吐出室6及び振動板10を形成する第一基板21の両面に電極15を設けた第二基板23を積層して接合した後、第一基板21を積層方向に垂直な面に沿って切断して分割した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 液滴を吐出するノズルと、ノズルが連通する吐出室と、吐出室の壁面を形成する振動板と、この振動板に対向する電極とを有し、前記振動板を静電力で変形させて液滴を吐出させる液滴吐出ヘッドの製造方法において、前記吐出室及び振動板を形成する第一基板の両面に前記電極を設けた第二基板を積層して接合した後、前記第一基板を積層方向に垂直な面に沿って切断して分割することを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項2】 請求項1に記載の液滴吐出ヘッドの製造方法において、前記第一、第二基板がいずれもシリコンウエハであり、両面に高濃度不純物層を形成した前記第一基板と、接合面側に酸化膜を形成して、この酸化膜に凹部を形成し、この凹部底面に前記電極を形成した第二基板とを、シリコンの直接接合によって接合することを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項3】 請求項1に記載の液滴吐出ヘッドの製造方法において、前記第一基板がシリコンウエハであり、前記第二基板が珪酸ガラスであり、両面に高濃度不純物層を形成した前記第一基板と、接合面側に凹部を形成し、この凹部底面に前記電極を形成した第二基板とを陽極接合によって接合することを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドの製造方法において、前記分割した後の第一基板の切断面を平面研削及び鏡面研磨して厚さ100 $\mu$ m以下に薄層化することを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドの製造方法において、前記第一基板と第二基板とを接合した後、前記第一基板の外径を第二基板の外形よりも小さく研削することを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項6】 請求項1乃至5のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドの製造方法において、前記第一基板の外周に切断刃を案内するガイド溝を形成することを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は液滴吐出ヘッドの製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】一般に、プリンタ、ファクシミリ、複写装置、プロッタ等の画像記録装置（画像形成装置を含む。）に用いられるインクジェット記録装置における液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドとして、インク滴を吐出するノズルと、ノズルが連通する液室、（吐出室、インク流路、インク室、圧力室、加圧室、加圧液室などとも称される。）と、吐出室の壁面を形成する第

一電極を兼ねる振動板と、これに対向する電極（第二電極）とを備え、振動板を静電力で変形変位させてノズルからインク滴を吐出させる静電型インクジェットヘッドがある。

【0003】このような静電型インクジェットヘッドとしては、例えば特開平6-71882号公報や特開平5-50601号公報に開示されているように、吐出室及び振動板を形成する基板にシリコン基板を用い、電極を設ける基板に珪酸ガラス（バイレックス（登録商標）ガラス）やシリコン基板を用いている。

【0004】そして、このようなインクジェットヘッドによって高精細、高密度記録を行うためには微少なインク滴を生成する必要があることから、吐出室も微少な容積とすることが求められている。

【0005】そこで、従来のインクジェットヘッドにおいては、例えば、上記特開平6-71882号公報に開示されているように吐出室高さを230 $\mu$ mに規定し、さらに特開平11-993号公報に開示されているように吐出室の高さを100～160 $\mu$ mに規定し、吐出室の加工精度を達成するために、シリコンウエハを利用して所定の吐出室高さになるまで研削、研磨することが提案されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、通常のシリコンウエハは、そのハンドリング性を考慮して、現在もっとも良く使われている150mm径のシリコンウエハの場合、その厚さが400～650 $\mu$ mであるため、上述した従来のインクジェットヘッドのように規定された高さの吐出室を形成するためには、シリコンウエハのほとんどを削り取って無駄に捨てることになり、低コストのヘッドを得ることが困難になる。

【0007】本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、液滴吐出ヘッドの低コスト化を図ることを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明に係る液滴吐出ヘッドの製造方法は、吐出室及び振動板を形成する第一基板の両面に電極を設けた第二基板を積層して接合した後、第一基板を積層方向に垂直な面に沿って切断して分割するものである。

【0009】ここで、第一、第二基板がいずれもシリコンウエハであり、両面に高濃度不純物層を形成した第一基板と、接合面側に酸化膜を形成して、この酸化膜に凹部を形成し、この凹部底面に電極を形成した第二基板とを、シリコンの直接接合によって接合することが好ましい。

【0010】また、第一基板がシリコンウエハであり、第二基板が珪酸ガラスであり、両面に高濃度不純物層を形成した第一基板と、接合面側に凹部を形成し、この凹部底面に電極を形成した第二基板とを陽極接合によ

て接合することが好ましい。

【0011】これらの各本発明に係る液滴吐出ヘッドの製造方法においては、分割した後の第一基板の切断面を平面研削及び鏡面研磨して厚さ100 $\mu$ m以下に薄層化することが好ましい。また、第一基板と第二基板とを接合した後、第一基板の外径を第二基板の外形よりも小さく研削することが好ましい。この場合、第一基板の外周に切断刃を案内するガイド溝を形成することが好ましい。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。図1は本発明を適用した静電型インクジェットヘッドの分解斜視説明図、図2は同ヘッドの透過状態で示す上面説明図、図3は同ヘッドの振動板長手方向の要部拡大断面図、図4は同ヘッドの振動板短手方向の要部拡大断面図である。

【0013】このインクジェットヘッドは、後述する第一基板から形成した流路基板1と、流路基板1の下側に設けた後述する第二基板から形成した電極基板3と、流路基板1の上側に設けたノズル板4とを重ねて接合した積層構造体であり、これらにより、複数のノズル5、各ノズル5が連通するインク流路である吐出室6、吐出室6に流体抵抗部7を介して連通する共通液室8などを形成している。

【0014】流路基板1には、単結晶シリコン基板を用いて、吐出室(液室)6及び吐出室6の底面を形成する振動板10並びに吐出室6間の隔壁11を形成する凹部、共通液室8を形成する凹部を形成している。この流路基板1は、シリコン基板に振動板となる厚み(深さ)に高濃度P型不純物であるボロンを拡散し、この高濃度ボロン拡散層をエッチングストップ層として異方性エッチングを行うことにより吐出室6となる凹部等を形成するときに高濃度ボロン拡散層を残して所定の処理を施すことにより所望厚さの振動板5を得たものである。

【0015】電極基板3には、単結晶シリコン基板を用いて、ウェット或いはドライの熱酸化法などで酸化膜3aを形成し、この酸化膜3aに電極形成溝(凹部)14を形成して、この凹部14底面に振動板10に対向する電極15を設け、振動板10と電極15との間にギャップ16を形成し、これらの振動板10と電極15とによってアクチュエータ部(エネルギー発生手段)を構成している。

【0016】この電極基板3の電極15上には振動板10との接触によって電極15が破損するのを防止するためのシリコン酸化膜( $\text{SiO}_2$ )などの絶縁層17を成膜している。なお、電極15を電極基板3の端部付近まで延設して外部駆動回路と接続手段を介して接続するための電極パッド部15aを形成している。

【0017】電極基板3の電極15としては、金、或いは、通常半導体素子の形成プロセスで一般的に用いられ

るAl、Cr、Ni等の金属材料や、Ti、TiN、W等の高融点金属などを用いることができる。そして、この電極基板3と流路基板1とはシリコンの直接接合で接合している。

【0018】ノズル板4にはシリコン基板を用いて、多数のノズル5を形成するとともに、共通液室8と吐出室6を連通するための流体抵抗部7を形成する溝部を形成している。流路基板1このノズル板4と流路基板1とはそれぞれの内面側に成膜した耐接インク性を有する保護膜1a、4aを介して直接接合で接合している。

【0019】このように構成したインクジェットヘッドにおいては、振動板10を共通電極とし、電極15を個別電極として、振動板10と電極15との間に駆動波形を印加することにより、振動板10と電極15との間に静電力(静電吸引力)が発生して、振動板10が電極15側に変形変位する。これにより、吐出室6の内容積が拡張されて内圧が下がるため、流体抵抗部7を介して共通液室8から吐出室6にインクが充填される。

【0020】次いで、電極15への電圧印加を断つと、静電力が作用しなくなり、振動板10はそれ自身のもつ弾性によって復元する。この動作に伴い吐出室6の内圧が上昇し、ノズル5からインク滴が吐出される。再び電極15に電圧を印加すると、再び静電吸引力によって振動板10は電極15側に引き込まれる。

【0021】次に、本発明に係るインクジェットヘッドの製造方法の第1実施形態について図5乃至図11をも参照して説明する。なお、図5乃至図7は同製造工程を説明する振動板短手方向での模式的説明図、図8乃至図10は同じく振動板長手方向での模式的説明図、図11は基板切断工程を説明する説明図である。

【0022】まず、図5(a)及び図8(a)に示すように、電極基板3を形成する第二基板23として、低抵抗品として市販されているp型の単結晶シリコンで、結晶面方位が(110)又は(100)であるシリコンウエハを用いて、この第二基板23にウェット或いはドライの熱酸化法によって保護膜となるシリコン酸化膜23aを約2 $\mu$ mの厚さに形成する。

【0023】この酸化膜23aの厚さは、電極15とシリコンウエハとの電氣的絶縁性が確保される厚さであれば良く、1~3 $\mu$ m程度が適当である。ここで、第二基板23は、安価に市場に出ているp型の単結晶シリコン基板を用いたが、n型のシリコン基板であっても良い。

【0024】続いて、第二基板23上にフォトリソistを塗布し、電極15を形成するためのパターニングを行い、このフォトリソistパターンをマスクとして、弗化アンモニウムなどの緩衝成分を含む弗化水素溶液(例えば、ダイキン工業製(商品名):BHF-63Uなど)を用いてエッチング(掘り込み)を行って、図5(b)及び図8(b)に示すように、シリコン酸化膜23aに凹部14を形成する。

10

20

30

40

50

【0025】このときの凹部14の掘り込み量は電極材料の厚さと、電極15（実際には絶縁層17）と振動板10との間に必要な空間量（ギャップ長）を足した分だけ掘り込むことになる。ここでの掘り込み量は約1 $\mu$ m程度以下と少ないので、弗化水素溶液を用いたウェットエッチングによる掘り込みにおいても、ウェハ面内の掘り込み量のばらつきを極めて小さくすることができる。

【0026】さらに、電極材料となる多結晶シリコン膜を約300nmの厚さに堆積し、図5（c）及び図8（c）に示すように、フォトエッチングの手法を用いて10 所望の電極形状に加工することで電極15を形成する。ここでは、不純物がドーピングされたポリシリコンを電極15に使用したが、高融点金属を利用しても良いし、窒化チタンのような導電性のセラミックスを電極15としても良い。その後、図5（d）及び図8（d）に示すように、電極15を保護するための絶縁膜を成膜した後、これをパターニングして電極15表面に絶縁層17を形成する。

【0027】次に、図7（a）及び図9（a）に示すように、吐出室6及び振動板10を形成する流路基板1となる第一基板21として、p型の極性を持ち、（110）の結晶面方位を持つ両面研磨したシリコンウェハを用いて、この第一基板21の接合面となる両面には高濃度ボロン拡散層25を形成した。ここでは、第一基板21に高濃度（ $5 \times 10^{19}$ 原子/cm<sup>3</sup>以上の濃度）のホウ素を注入した後、これを活性化し、振動板10の厚さとなる深さまで拡散させている。

【0028】なお、不純物であるボロンの注入方法としては、ボロンガラスを用いた固体拡散法を用いたが、イオン注入法や、不純物ガラスの塗布法などで硼素を注入して30 拡散させても良い。また、高濃度不純物基板（高濃度ボロン拡散層）上にシリコンをエピ成長させた基板を利用しても良い。

【0029】次に、不純物を拡散した第一基板21の両面をCMP（chemical-mechanical-polishing）などの方法で鏡面研磨し、その表面粗さをRa値0.2nm以下に加工する。これは、シリコンウェハの表面が不純物の注入拡散によって荒れてしまうことを補正するためのもので、その研磨量は0.01 $\mu$ m程度で良い。この研磨量は、シリコンウェハの最終研磨仕上げの工法と全く同じであり、非常に精度良く仕上げる事ができる。

【0030】続いて、電極15などを形成した2枚の第二基板23、23と第一基板21をそれぞれRCA洗浄などの基板洗浄法を用いて洗浄した後、硫酸と過酸化水素水の熱混合液に浸漬し、接合面を親水化させることで直接接合をし易い表面状態とする。そして、第一基板21の両面にそれぞれ電極15などを形成した第二基板23、23を接合する。このとき、これらの第二基板23、23及び第一基板23にはオリエンテーションフラット部分を利用し、或いは、あらかじめアライメントマ

ークを準備しておくことで位置決めして接合する。

【0031】そして、アライメントが完了した第一基板21及び第二基板23、23を真空チャンバー中に導入し、 $1 \times 10^{-3}$ mba以下真空度になるまで減圧する。続いて、第一基板21及び第二基板23、23のアライメントがずれない様な状態で、第一基板21及び第二基板23、23を押さえつけることでブリ接合を完了した。このとき、位置ずれないように押さえると共に、押圧力は基板に歪みを与えたり、位置ずれを起こさない限り強く押さえることが重要である。

【0032】次いで、貼り合わせた第一基板21及び第二基板23、23を窒素ガス雰囲気下で、900℃、2時間焼成することで、図11（a）に示すように、第一基板21及び第二基板23、23とを強固に接合した接合部材26が得られる。このときの焼成温度は、800～1230℃の温度範囲であれば、後の切断研磨工程に耐えうるだけの十分な強度を得ることができる。この温度範囲では、電極材料の種類や、不純物の再拡散の発生しない温度で選択して実施することができる。

【0033】次に、接合部材26を冷却した後、図11（a）に示すような断面楔状のダイヤモンド工具28を使用して、同図（b）に示すように第一基板21の外周面に切断刃を案内するためのガイド溝29を形成した後、同図（c）に示すような切断刃であるダイヤモンド刃ホイール30を使用して、第一基板21の厚さ方向に垂直な面に沿う方向、つまり、接合面に平行な方向に第一基板21を切断する（切断後の第一基板21を「第一基板半体31」という。）。20

【0034】これにより、同図（d）に示すように、同時に、第二基板23に第一基板半体31が接合された部材27が2枚得られる。なお、第一基板21の切断にはダイヤモンド内周刃ホイール30を利用したが、ワイヤーソウのような切断手段を用いることができる。

【0035】このように、吐出室6及び振動板10を形成する第一基板21の両面に電極を設けた第二基板23を積層して接合した後、第一基板21を積層方向に垂直な面に沿って切断して分割することで、第一基板21の厚みが半分になり、後の研削・研磨工程での削り代を少なくすることができ、低コスト化を図れる。

【0036】また、第一基板21をダイヤモンド刃ホイール30などの切断刃で切断する前に、予めダイヤモンド工具28などを使用して第一基板21の外周を第二基板23の外径よりも小さく研削することで、切断時の切断刃のふれによる切断精度の低下を防止できる。しかも、この場合、第一基板21の外周を第二基板23の外径よりも小さくして、ダイヤモンド刃ホイール30を案内するガイド溝29を形成することによって、ダイヤモンド刃ホイール30を使用する際のふれが更に低減して切削精度が向上する。

【0037】図6（b）及び図9（b）に戻って、上述

のようにして得られた第二基板23に第一基板半体31を接合した部材27に対し、第一基板半体31の切断面から研削、研磨、CMP等を行って第一基板半体31の厚さを約100 $\mu$ mにまで薄くする。なお、このような機械的、物理的或いは化学的手法によってウェハの厚さを薄くしても、直接接合した界面が剥離したり破壊されることはない。

【0038】具体的には、第一基板半体31に対して液室高さ95 $\pm$ 5 $\mu$ mを狙って研磨した後、吐出室6の加工を施しても何ら問題は生じなかった。このときの液室高さは、液室が小さくなったことによる流体抵抗として働く分と、隣り合うビット間のクロストークの影響を考慮して決められる。これには、使用するインクの粘度や、噴射するインク滴の滴量等から決まるため、一義的には決めることができない。染料インクを用いた実験で液室高さ50 $\sim$ 100 $\mu$ mの間、特に90 $\mu$ m付近で良い特性を得ることができた。

【0039】続いて、第一基板半体31を熱処理して表面にパフ酸化膜を約50nmの厚さに形成し、更に、後工程でのエッチングバリア層となるシリコン窒化膜をCVDなどの方法で約100nmの厚さに形成する。そして、このシリコン窒化膜上にフォトリソ膜を形成し、フォトリソエッチングの手法を用いて、吐出室6などを形成するためのパターンニングを行って、フォトリソ膜のマスクを形成した。なお、第二基板23上の電極15のパターンに対し赤外線アライメント方法などを用いてマスクとの位置決めした。

【0040】次いで、この第一基板半体31上のフォトリソ膜のマスクを用いて、上述したシリコン窒化膜及びシリコン酸化膜を順次エッチングし、シリコン窒化膜及びシリコン酸化膜による吐出室6などを形成するマスクを形成する。なお、分割したウェハ（第一基板半体31）は、その結晶方向の関係で、それぞれの結晶面方位に適合したフォトマスクを準備する必要がある。しかし、基本パターンを対象形に変換するだけで良く、新規に設計する必要はない。また、マスクコストも生産量に反映させると、殆どコストアップにはならない。

【0041】次に、この第二基板23を接合した第一基板半体31を高濃度の水酸化カリウム溶液（例えば、80 $^{\circ}$ Cに加熱した30%濃度KOH溶液）中に浸漬し、シリコンの異方性エッチングを行うことで、図7(a)及び図10(a)に示すように、吐出室6、共通液室7及び電極パッド部15a部分などを形成する。このときのエッチング深さは、エッチング液が高濃度ボロン拡散層25に到達した時、エッチングレートが著しく低下することで、ほぼ自動的に停止した状態になり、振動板10が形成される。

【0042】なお、高濃度のアルカリ金属の水溶液を用いてエッチングしたが、TMAH（テトラ・メチル・アンモニウム・ヒドロキシド）を使ったウェットエッチ

ングでも良い。この後、超純水を使ってリンス（時間約10分）した後、スピン乾燥等で乾燥させる。続いて、第一基板半体31の表面に耐インク膜1aを堆積した。

【0043】この後、図8(b)及び図10(b)に示すように、第一基板半体31上にシリコン基板からなるノズル板4を接合し、ノズル板4の表面に撥水処理を施して、各ヘッドサイズに切り出して所望のインクジェットヘッドを得た。

【0044】このインクジェットヘッドは、第二基板23と第一基板21がいずれもシリコンウェハであり、これをシリコンの直接接合によって接合しているため、第二基板23と第一基板21との間の熱膨張差がなくなり、ヘッド製造プロセスでの熱履歴による歪みの発生が無く、使用上の温度変化による基板歪み等が発生しないため印字特性が安定し、信頼性の高いヘッドを得ることができ、ラインヘッドと呼ばれる長尺ヘッド（例えば、A4サイズヘッド）を作ることにも可能となる。

【0045】次に、この製造工程における第一基板切断工程の他の例について図12を参照して説明する。この例では、同図(a)に示すように先端部が断面半円状のダイヤモンド工具40を用いて、同図(b)に示すように第一基板21の外周面に断面半円状のガイド溝41を研削形成したものである。

【0046】このように、ダイヤモンド内周刃ホイールのような切断工具で第一基板21を切断する前に、第一基板21の外径を第二基板23の外形よりも小さく研削し、更にダイヤモンド内周刃ホイールを案内するガイド溝を形成することで、ダイヤモンド内周刃ホイール30を使用する際のぶれを低減して切削精度を向上できることは前述したとおりである。

【0047】しかも、第一基板21の外径を第二基板23の外形よりも小さく研削することにより、第一基板21と第二基板24との間の段差をなくすることができ、研磨粉などの残留を防止することができるようになる。

【0048】すなわち、第13図(a)に第一基板21及び第二基板23、23をなすシリコンウェハの端部を拡大して示すように、これらの基板を接合した状態では第一基板21と第二基板23、23との間に段差（凹凸）が存在することになるが、同図(b)に示すように第一基板21の外周を研削するときに第二基板23、23の一部をも研削することにより、第一基板21と第二基板23、23との間に段差がなくなる。これにより、段差に研磨粉などが残留することがなくなる。また、研削面を1000番手程度の仕上げ研磨することにより、再び半導体プロセスに戻すことも可能になる。

【0049】次に、この製造工程における第一基板切断工程の更に他の例について図14を参照して説明する。ここでは、同図(a)に示すように、第一基板21と第二基板23、23とを同一仕様で接合した3組の接合部材26を積層し、マルチブレードの刃物42を用いて、

一度に3枚の第一基板21を切断することで、6組の部材37を形成するようにしている。この場合、ウェハの連接手段とオリエンテーションフラットなどの位置決め精度が重要である。

【0050】このようにマルチブレードを用いて同時に多数枚の第一基板を切断することによって、切断工程が短縮し、ヘッドの更なる低コスト化を図れる。

【0051】次に、本発明の第2実施形態に係るインクジェットヘッドの製造方法について説明する。なお、この実施形態は第二基板として珪酸ガラスを用いたものである以外、工程は前記第1実施形態と同じであるので、図示を省略し、符号は第1実施形態と同様のものを使用する。

【0052】まず、市販の珪酸ガラス（たとえば、コーニング社7740：商品名など）を第二基板23に用いて、この第二基板23にフォトリソグラフィなどの方法を用いて、フォトレジストを塗布し、電極15を形成するためのパターニングを行い、このフォトレジストパターンをマスクとして、弗化アンモニウムなどの緩衝成分を含む弗化水素溶液（例えば、ダイキン工業製：BHF-63U（商品名）など）を用いて、第二基板23に凹部14を形成する。

【0053】このときの掘り込み量は電極材料の厚さと、電極15（実際には絶縁層17）と振動板10との間に必要な空間量を足した分だけ掘り込むことになる。このときの掘り込み量は約1 $\mu$ m程度以下と少ないので、等方性のエッチング特性をもつガラス基板であっても、弗化水素溶液を用いたウェットエッチングによる掘り込みにおいても、ウェハ面内の掘り込み量のばらつきは極めて小さくできる。

【0054】次いで、電極材料となるニッケルをスパッタ法で第二基板23の全面に堆積させ、フォトレジストを成膜して、フォトレジストの手法を用いて、電極を形成するためのパターニングを行ってフォトレジストパターンを形成し、これをマスクにして、ニッケルをエッチングすることで、所望の形状を有する電極15を形成した。

【0055】次に、第一基板21の両面にガラス基板からなる第二基板23、23を陽極接合で接合した。具体的には、各基板23、23をRCA洗浄で知られる基板洗浄法を用いて洗浄し、接合面を親水化させることで陽極接合をし易い表面状態とする。そして、電極15が形成された第二基板23、23を、第一基板21のオリエンテーションフラットなどを利用して、第一基板21の両面に整合する。

【0056】そして、窒素ガス雰囲気下で、400℃程度に加熱後、第一基板21のシリコンウェハを接地し、第二基板23、23側に相対電位で350～500Vの電圧を印加し、陽極接合によって3枚の基板（1枚の第一基板21と2枚の第二基板23、23）を同時に接合

して接合部材26を得る。この接合は、市販の陽極接合装置（たとえば、エレクトリックビジョンズ社製EVシリーズ（商品名）など）を使って簡単に実施することができる。

【0057】その後、接合部材26を冷却し、取り出した後、第1実施形態と同様の方法で第一基板21を切断して、第二基板23に第一基板半体31を接合した部材27を二組作製し、第一基板半体31をエッチングして吐出室6及び振動板10などを形成する。

【0058】このように第二基板にガラス基板を用いることで低コスト化を図れる。

【0059】次に、本発明の第3実施形態について説明する。この実施形態は第1実施形態と基板切断工程が異なるのみであるので、図示を省略する。この実施形態では、第1実施形態のようなガイド溝28を形成することなく、直接第一基板21をダイヤモンド内周刃ホイール30で切断した。

【0060】この場合、ダイヤモンド内周刃ホイール30の刃厚さは、切断するウェハ（第一基板21）の直径や切断時の切削速度によって規定されるが、ここでは、直径150mm、厚さ625 $\mu$ mのウェハを用いて、切削送り速度50mm/minとし、ブレードの厚さは300 $\mu$ mのものを使用した。

【0061】このとき、第一基板21の削られ代はホイール30のふれ等のため323 $\mu$ mほどになり、直径150mm、厚さ625 $\mu$ mの第一基板21は、切断後に第1基板半体31の厚さが約150 $\mu$ mになった。この切削面には、シリコンの歪が内在するが、その厚さは約30 $\mu$ mであり、液室高さ約100 $\mu$ mの厚さに研磨するのは、ちょうど良い量の削り代（研磨鏡面仕上げ量）が残ることになる。

【0062】そこで、CMPの手法を用いて第一基板半体31の切断面を研磨した。現在のCMPの技術では、0.01 $\mu$ m程度の研磨量で、研磨ばらつき0.008 $\mu$ m程度に上げることができ、第二基板では非常に良い平面が得られる。また、その表面粗さはRa値で、0.1～0.2nmと極めて平滑な面が得られるのである。これによって、吐出室6を形成するためのフォトリソグラフィの精度を高めることができ、その後の異方性エッチングでも結晶のみだれによるエッチング不良なども発生しない。

【0063】なお、上記各実施形態ではインクジェットヘッドの製造方法に本発明を適用したが、その他の液滴吐出ヘッド、例えば液体レジストなどを吐出させるヘッドの製造方法にも同様に適用できる。

【0064】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る液滴吐出ヘッドによれば、吐出室及び振動板を形成する第一基板の両面に電極を設けた第二基板を積層して接合した後、第一基板を積層方向に垂直な面に沿って切断して分

割することで、第一基板の削られ代を少なくすることができ、低コストで信頼性の高いヘッドを得ることができる。

【0065】ここで、第一、第二基板がいずれもシリコンウエハであり、両面に高濃度不純物層を形成した第一基板と、接合面側に酸化膜を形成して、この酸化膜に凹部を形成し、この凹部底面に電極を形成した第二基板とを、シリコンの直接接合によって接合することにより、第一、第二基板間の熱膨張差がなくなり、ヘッド製造プロセスでの熱履歴による歪みの発生が無く、高密度ラインヘッド（長尺ヘッド）を造った場合においても、使用上の温度変化による基板歪み等が発生しないため印字特性が安定し、信頼性の高いヘッドを得ることができる。

【0066】また、第一基板がシリコンウエハであり、第二基板が硼珪酸ガラスであり、両面に高濃度不純物層を形成した第一基板と、接合面側に凹部を形成し、この凹部底面に電極を形成した第二基板とを陽極接合によって接合することにより、低コスト化を図れる。

【0067】さらに、分割した後の第一基板の切断面を平面研削及び鏡面研磨して厚さ100μm以下に薄層化することにより、微少な吐出室を形成することができる。とともに、異方性エッチングの時間を短縮することができ、更に吐出室高さが低いことで異方性エッチングの際に面方位の関係で生じる斜面領域を小さくすることができる。

【0068】また、第一基板と第二基板とを接合した後、第一基板の外径を第二基板の外形よりも小さく研削することにより、ダイヤモンド内周刃ホイールなどの切断具を使用する際のふれを低減して切削精度を向上することができる。

【0069】さらに、第一基板の外周に切断刃を案内するガイド溝を形成することにより、切断具を使用する際\*

＊のふれにより確実に低減することができて一層切削精度が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した静電型インクジェットヘッドの分解斜視説明図

【図2】同ヘッドの透過状態で示す上面説明図

【図3】同ヘッドの振動板長手方向の模式的断面説明図

【図4】同ヘッドの振動板短手方向の要部拡大模式的断面説明図

10 【図5】本発明の第1実施形態に係る同ヘッドの製造工程を説明する振動板短手方向の説明図

【図6】同製造工程を説明する振動板短手方向の説明図

【図7】同製造工程を説明する振動板短手方向の説明図

【図8】同製造工程を説明する振動板長手方向の説明図

【図9】同製造工程を説明する振動板長手方向の説明図

【図10】同製造工程を説明する振動板長手方向の説明図

【図11】同製造工程の第一基板切断工程を説明する説明図

20 【図12】同製造工程の第一基板切断工程の他の例を説明する説明図

【図13】同第一基板切断工程の作用説明に供する説明図

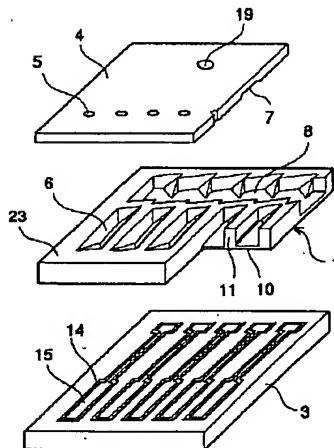
【図14】同製造工程の第一基板切断工程の更に他の例を説明する説明図

【符号の説明】

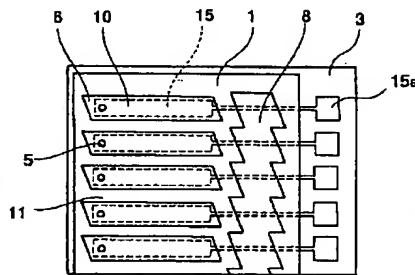
1…流路基板、2…電極基板、3…ノズル板、4…ノズル、6…吐出室、7…流体抵抗部、8…共通吐出室、10…振動板、14…凹部、23…第二基板、23…第一基板、25…高濃度ボロン拡散層、31…第一基板半体、29、41…ガイド溝。

30

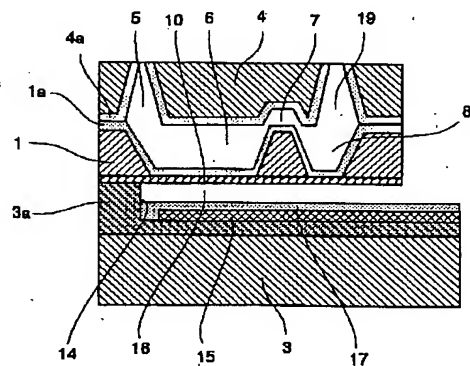
【図1】



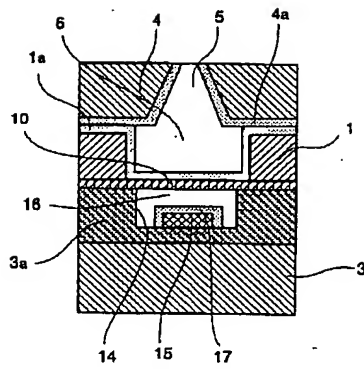
【図2】



【図3】

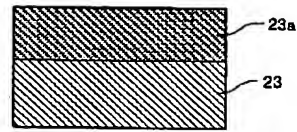


【図4】

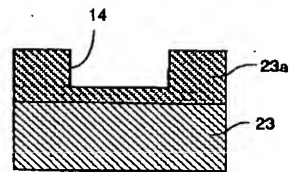


【図5】

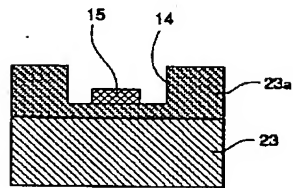
(a)



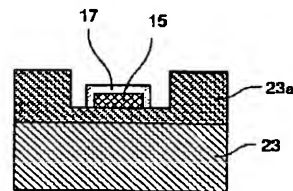
(b)



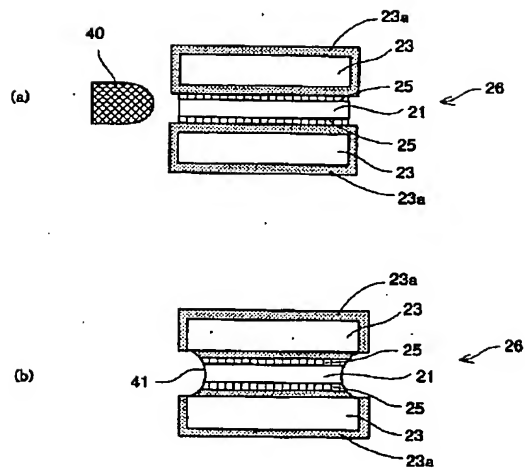
(c)



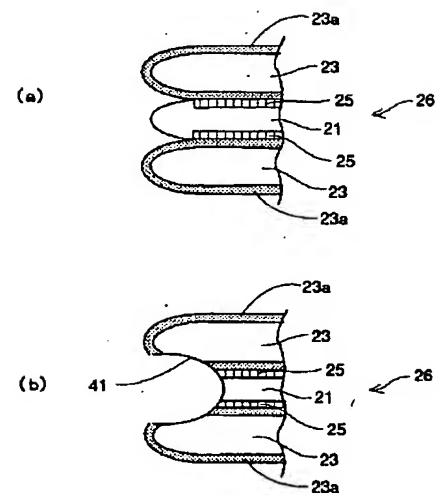
(d)



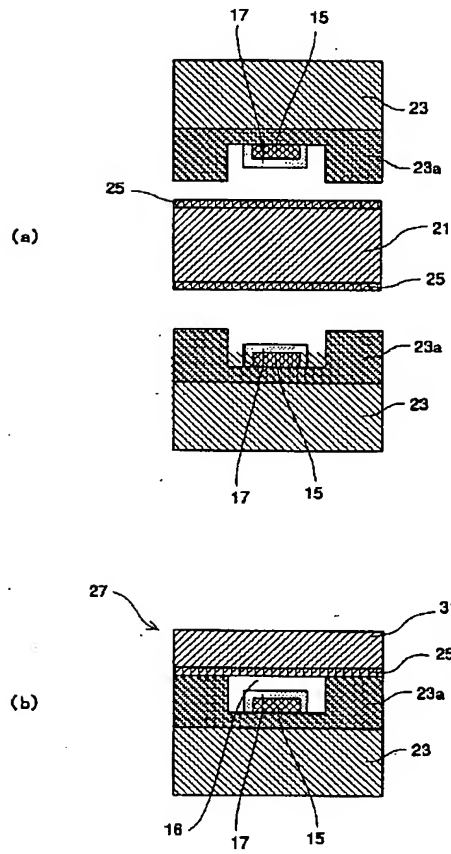
【図12】



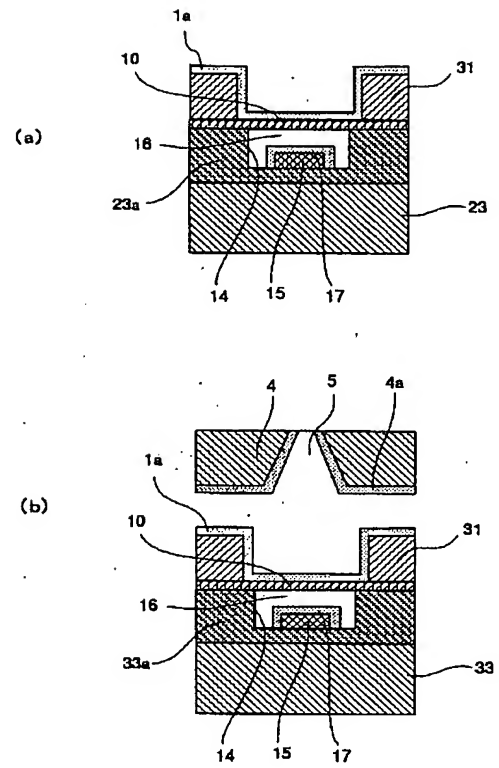
【図13】



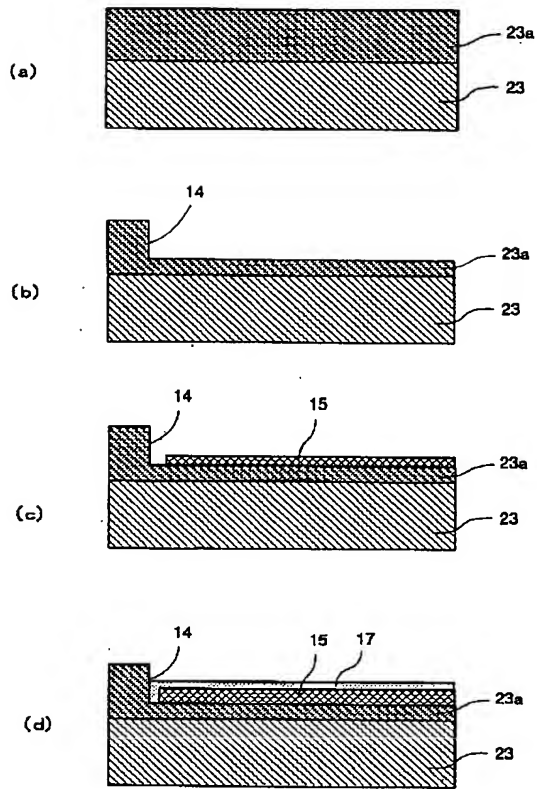
【図6】



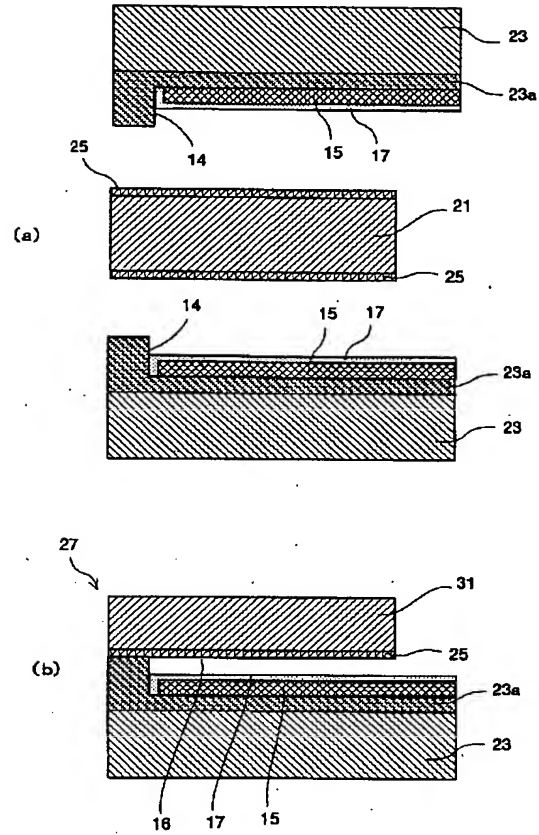
【図7】



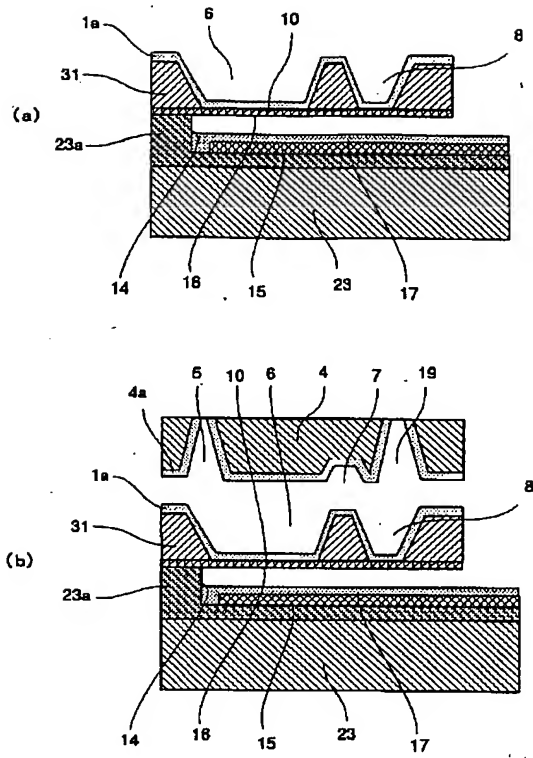
【図8】



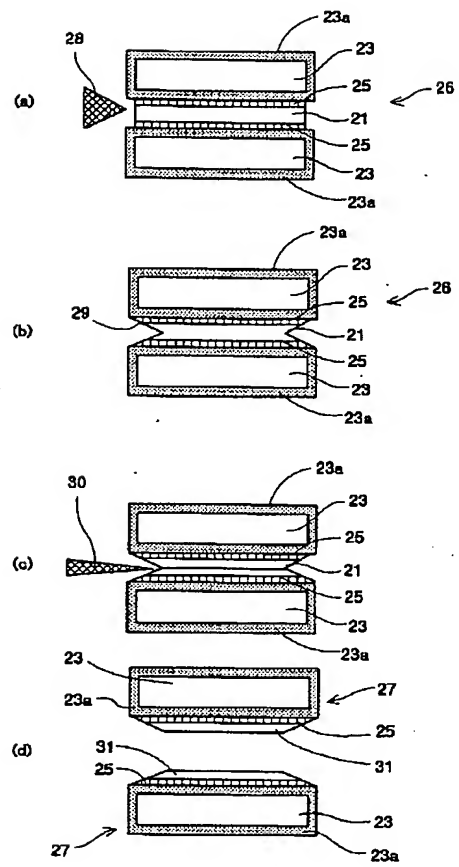
【図9】



【図10】



【図11】



【図14】

